

①  
  
 Europäisches Patentamt  
 European Patent Office  
 Office européen des brevets

① Veröffentlichungsnummer: **0 037 489**  
**A1**

B 2

②  
**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

②① Anmeldenummer: 81102050.2

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: G 05 B 19/35

②② Anmeldetag: 19.03.81

③① Priorität: 03.04.80 DE 3013094

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
 14.10.81 Patentblatt 81/41

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:  
 AT CH FR GB IT LI NL SE

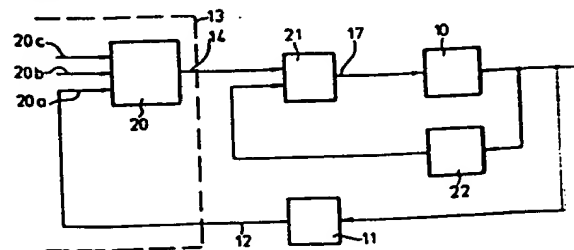
⑦① Anmelder: Dr. Johannes Heidenhain GmbH  
 Nansenstrasse 17  
 D-8225 Traunreut(DE)

⑦② Erfinder: Schwefel, Ernst, Dipl.-Phys.  
 Reichenbergweg 2  
 D-8225 Traunreut(DE)

⑤④ Verfahren zur automatischen Offsetspannungskompensation bei numerisch gesteuerten Maschinen.

⑤⑦ Bei numerischen Steuerungen mit geschlossenem Lage-  
 regelkreis ergibt sich das Problem, daß die tatsächlich ange-  
 fahrene Position eines Werkzeugs (Ist-Wert) sich von der pro-  
 grammierten Position (Sollwert) infolge der Offsetspannun-  
 gen der Analogausgänge (14, 17) der numerischen Steuerung  
 (13) und des Motorreglers (21) unterscheidet. Zur Vermei-  
 dung derartiger Ablagen wird am Analogausgang (14) der  
 numerischen Steuerung (13) eine Spannung ausgegeben, die  
 eine Funktion der Differenz zwischen Sollwert und Istwert und  
 wenigstens einer gespeicherten Offsetstrecke ist. Die vom  
 Lageregelkreis erzeugten Offsetstrecken werden über  
 bestimmte Zeiträume vorab von der numerischen Steuerung  
 (13) automatisch gemittelt und die resultierenden Mittelwerte  
 in einem Speicher der numerischen Steuerung (13) vorzei-  
 chenrichtig akkumuliert.

FIG. 2



EP 0 037 489 A1

This Page Blank (uspto)

- 1 -

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH

11. März 1981

Verfahren zur automatischen Offsetspannungs-  
kompensation bei numerisch gesteuerten Maschinen  
=====

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automa-  
tischen Offsetspannungskompensation gemäß dem  
Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 5 Eine numerische Steuervorrichtung mit einer Offset-  
spannungskompensation ist aus der DE-AS 26 26 784  
bereits bekannt.

Bei Steuerungen mit geschlossenem Lageregelkreis  
10 ergibt sich das Problem, daß die tatsächlich ange-  
fahrene Position eines Werkzeugs oder Werkstücks  
sich von der programmierten Position um eine An-  
zahl von Weginkrementen unterscheidet, die sich  
aus der Summe der Offsetspannungen des Analogaus-  
15 ganges der Steuerung und des Motorreglers, divi-  
diert durch die Spannung errechnet, die von der  
Steuerung pro Weginkrement ausgegeben wird. Dieser  
Umstand ist bei üblichen Steuerungen unproblema-  
tisch, weil sich die Offsetspannungen sehr lang-  
20 sam ändern, also zumindest über die Bearbeitungs-  
dauer eines Werkstücks konstant bleiben und somit  
nur einen konstanten Versatz aller bearbeiteten  
Flächen bewirken. Die Vermessung des Werkstücks

- 2 -

ergibt somit exakte Distanzen zwischen beliebigen bearbeiteten Flächen.

Bei Steuerungen mit echter Lage-Istwertanzeige  
5 ist der Einfluß der Offsetspannungen aber sehr  
störend, da die Lage-Istwertanzeige an jeder eingefahrenen Position eine Ablage vom programmierten Lage-Sollwert zeigt. Ein weiterer Nachteil  
ergibt sich bei Ablagen dieser Art dann, wenn da-  
10 durch der automatische Steuerungsablauf nicht  
fortgesetzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei  
einer numerischen Steuerung der oben erwähnten  
15 Gattung ein Verfahren zur automatischen Offset-  
spannungskompensation anzugeben, um derartige Ablagen mit ihren nachteiligen Folgen auszuschließen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kenn-  
20 zeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 2 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß bei numerischen Steuerungen  
bei jeder angefahrenen Position die Lage-Istwert-  
25 anzeige mit dem programmierten Lage-Sollwert übereinstimmt, so daß der Steuerungsablauf nicht beeinträchtigt wird.

Weitere vorteilhafte Einzelheiten des Verfahrens  
30 entnimmt man den Unteransprüchen.

Im folgenden wird das vorgeschlagene Verfahren anhand der Zeichnung näher erläutert.

- 3 -

Es zeigen

- Figur 1 eine schematische Darstellung  
einer numerisch gesteuerten  
Drehmaschine und  
5            Figur 2 ein Blockschaltbild eines Lage-  
regelkreises.

In Figur 1 ist in vereinfachter schematischer Dar-  
stellung eine numerisch gesteuerte Drehmaschine 1  
10 gezeigt, die einen Spindelkasten 2 zum Antrieb  
eines drehbaren Futter 3 mit einem eingespannten,  
zu bearbeitenden Werkstück 4 aufweist. Ein Bearbei-  
tungswerkzeug 5 ist mittels eines Werkzeughalters 6  
über einen Querschlitten 7 für die Y-Richtung mit  
15 einem Längsschlitten 8 für die X-Richtung verbun-  
den. Zur Positionierung des Werkzeugs 5 in der X-  
Richtung (die hier nur betrachtet werden soll), ist  
der Längsschlitten 8 in dieser Richtung mittels  
einer Spindel 9 verschiebbar, die von einem Vor-  
20 schubmotor 10 angetrieben wird.

Die Lage-Istwerte der Schneidkante des Werkzeugs 5  
bei der Verschiebung des Längsschlittens 8 werden  
von einem an der Spindel 9 befestigten Positions-  
25 meßgerät 11 ermittelt und über eine Leitung 12  
einer numerischen Steuerung 13 zugeleitet, die zur  
Steuerung der Drehmaschine 1 nach einem vorgegeben-  
en Programm über Analogausgänge 14 mit einer Ma-  
schinenanpaßsteuerung 15 verbunden ist, deren Ana-  
30 logausgang 16 den Spindelkasten 2 zur Regelung der  
Drehzahl des Futter 3 und deren Analogausgang 17  
den Vorschubmotor 10 zur Verschiebung des Längs-  
schlittens 8 beaufschlagen.

- Zur Positionierung des Werkzeugs 5 in der X-Richtung ist ein geschlossener Lageregelkreis gemäß Figur 2 vorgesehen, bei dem ein Lage-Soll/Istwert-Vergleichler 20 der numerischen Steuerung 13 mit seinem Analogausgang 14 an den ersten Eingang eines Motorreglers 21 in Form eines Soll/Istwert-Vergleichers für die Vorschubgeschwindigkeit angeschlossen ist, der mit seinem Analogausgang 17 den Vorschubmotor 10 beaufschlagt. Mit dem Vorschubmotor 10 sind einmal ein Tachogenerator 22, dessen Ausgang mit dem zweiten Eingang des Motorreglers 21 verbunden ist, und zum anderen über die Spindel 9 das Positionsmeßgerät 11 gekoppelt, dessen Ausgangssignale als Lage-Istwerte des Werkzeugs 5 über die Leitung 12 auf den ersten Eingang 20a des Lage-Soll/Istwert-Vergleichlers 20 gelangen, dessem zweiten Eingang 20b der programmierte Lage-Sollwert zugeführt wird.
- Zur Positionierung des Werkzeugs 5 in X-Richtung wird am Analogausgang 14 des Lage-Soll/Istwert-Vergleichlers 20 der numerischen Steuerung 13 eine Spannung ausgegeben, die der Differenz zwischen dem programmierten Lage-Sollwert und dem jeweiligen Lage-Istwert proportional ist. Im allgemeinen treten jedoch am Analogausgang 14 des Lage-Soll/Istwert-Vergleichlers 20 der numerischen Steuerung 13 und am Analogausgang 17 des Motorreglers 21 jeweils eine Offsetspannung auf, infolgedessen die tatsächlich angefahrne Position des Werkzeugs 5 (Lage-Istwert) sich von der programmierten Position (Lage-Sollwert) um eine Anzahl von Weginkrementen unterscheidet, die sich aus der Summe der beiden Offsetspannungen, dividiert durch die Spannung er-

- 5 -

rechnet, die vom Analogausgang 14 der numerischen Steuerung 13 pro Weginkrement ausgegeben wird.

Die Berechnung dieser Ablage zwischen Lage-Istwert  
5 und Lage-Sollwert sei an einem Zahlenbeispiel erläutert, wobei ein Inkrement  $5 \mu\text{m}$  betragen möge:

10	Offsetspannung am Analogausgang 14 der numerischen Steuerung 13	= 5mV
	Offsetspannung am Analogausgang 17 des Motorreglers 21	= 5mV
15	Spannung am Analogausgang 14 der Steuerung 13 pro Weginkrement	= $2,5\text{mV}/5 \mu\text{m}$

---

20	Ablage des Lage-Istwerts vom Lage-Sollwert	= 4 Inkremente = $20 \mu\text{m}$
----	---	-----------------------------------

Zur Vermeidung derartiger Ablagen mit den eingangs  
erwähnten nachteiligen Folgen wird am Analogaus-  
gang 14 der numerischen Steuerung 13 eine Spannung  
ausgegeben, die eine Funktion der Differenz  
25 zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert und wenig-  
stens einer gespeicherten Offsetstrecke ist.

Erfindungsgemäß werden die vom Lageregelkreis er-  
zeugten Offsetstrecken über bestimmte Zeiträume  
30 vorab von der numerischen Steuerung 13 automatisch  
gemittelt und die resultierenden Mittelwerte im  
Speicher der numerischen Steuerung 13 vorzeichnen-

- 6 -

richtig akkumuliert. Beispielsweise werden die Offsetstrecken von der numerischen Steuerung 13 vor einem Bearbeitungsvorgang in einem bestimmten Zeitraum 256 mal addiert, durch 256 dividiert und anschließend der resultierende Mittelwert im Speicher der numerischen Steuerung 13 abgespeichert. Nachfolgend ermittelte resultierende Mittelwerte werden in diesem Speicher vorzeichenrichtig akkumuliert. Die akkumulierten Offsetstrecken werden einem dritten Eingang 20c des Lage-Soll/Istwert-Vergleichers 20 zugeführt, so daß sich die Ablage zwischen Lage-Istwert und Lage-Sollwert zu Null ergibt. Eine Änderung der akkumulierten Offsetstrecken erfolgt während des Stillstandes der Maschine (der Lageregelkreis hält eine erreichte Position).

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird am Analogausgang 14 der numerischen Steuerung 13 eine Spannung ausgegeben, die eine Funktion der Differenz zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert, eines an einem nicht dargestellten vierten Eingang des Lage-Soll/Istwert-Vergleichers 20 anliegenden vorgegebenen Geschwindigkeitswerts und wenigstens einer von der numerischen Steuerung 13 ermittelten und gespeicherten Offsetstrecke ist. Die Mittelung und Akkumulierung der vom Lageregelkreis erzeugten Offsetstrecken erfolgt in der oben angegebenen Weise. Eine Änderung der akkumulierten Offsetstrecken erfolgt während des Betriebes der Maschine.



- 7 -

Des weiteren erfolgt eine Änderung der akkumulierten Offsetstrecken nur dann, wenn die Ablage zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert einen vorgegebenen Bereich überschreitet, vorzugsweise, 5 wenn die Ablage größer als  $\pm 1$  Weginkrement ist.

- 8 -

Patentansprüche  
=====

- 1.) Verfahren zur automatischen Offsetspannungskompensation bei numerisch gesteuerten Bearbeitungsmaschinen oder Meßmaschinen, bei denen wenigstens ein geschlossener Lageregelkreis zur Positionierung eines Werkzeugs oder eines Werkstücks vorgesehen ist und am Analogausgang der numerischen Steuerung für den Geschwindigkeitssollwert für einen Motorregler eine Spannung ausgegeben wird, die bei der Positionierung eine Funktion der Differenz zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert und wenigstens einer gespeicherten Offsetstrecke ist, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Lageregelkreis erzeugten Offsetstrecken über bestimmte Zeiträume vorab von der numerischen Steuerung (13) automatisch gemittelt und die resultierenden Mittelwerte in einem Speicher der numerischen Steuerung (13) vorzeichenrichtig akkumuliert werden.
- 2.) Verfahren zur automatischen Offsetspannungskompensation bei numerisch gesteuerten Bearbeitungsmaschinen oder Meßmaschinen, bei denen wenigstens ein geschlossener Lageregelkreis zur Positionierung eines Werkzeugs oder eines Werkstücks vorgesehen ist und am Analogausgang der numerischen Steuerung für den Geschwindigkeitssollwert für einen Motorregler eine Spannung ausgegeben wird, die bei der Positionierung eine Funktion der Differenz zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert ist, dadurch gekennzeichnet,

- 5 net, daß am Analogausgang (14) der numerischen Steuerung (13) eine Spannung ausgegeben wird, die eine Funktion der Differenz zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert, eines vorgegebenen Geschwindigkeitswerts und wenigstens einer von der numerischen Steuerung (13) automatisch ermittelten und gespeicherten Offsetstrecke ist.
- 10 3.) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung der akkumulierten Offsetstrecken nur dann erfolgt, wenn die Ablage zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert einen vorgegebenen Bereich überschreitet.
- 15 4.) Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung der akkumulierten Offsetstrecken nur dann erfolgt, wenn die Ablage zwischen Lage-Sollwert und Lage-Istwert größer als  $\pm 1$  Weginkrement ist.

This Page Blank (uspto)



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0037489

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 2050

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<p><u>US - A - 4 041 287 (GIDDINGS &amp; LEWIS INC.)</u></p> <p>* Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 14; Spalte 8, Zeile 32 - Spalte 11, Zeile 68; Spalte 18, Zeile 3 - Spalte 22, Zeile 68; Abbildungen 1,9 *</p> <p>--</p> <p><u>GB - A - 2 045 461 (HALL AUTOMATION LTD.)</u></p> <p>* Entirely *</p> <p>---</p>	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.)
			G 05 B 19/35 19/33 19/37 19/23 19/25
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument & Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
<input checked="" type="checkbox"/>	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Druck	
Den Haag	02-07-1981	CORNILLIE	

**This Page Blank (uspto)**

FIG. 1

1/1

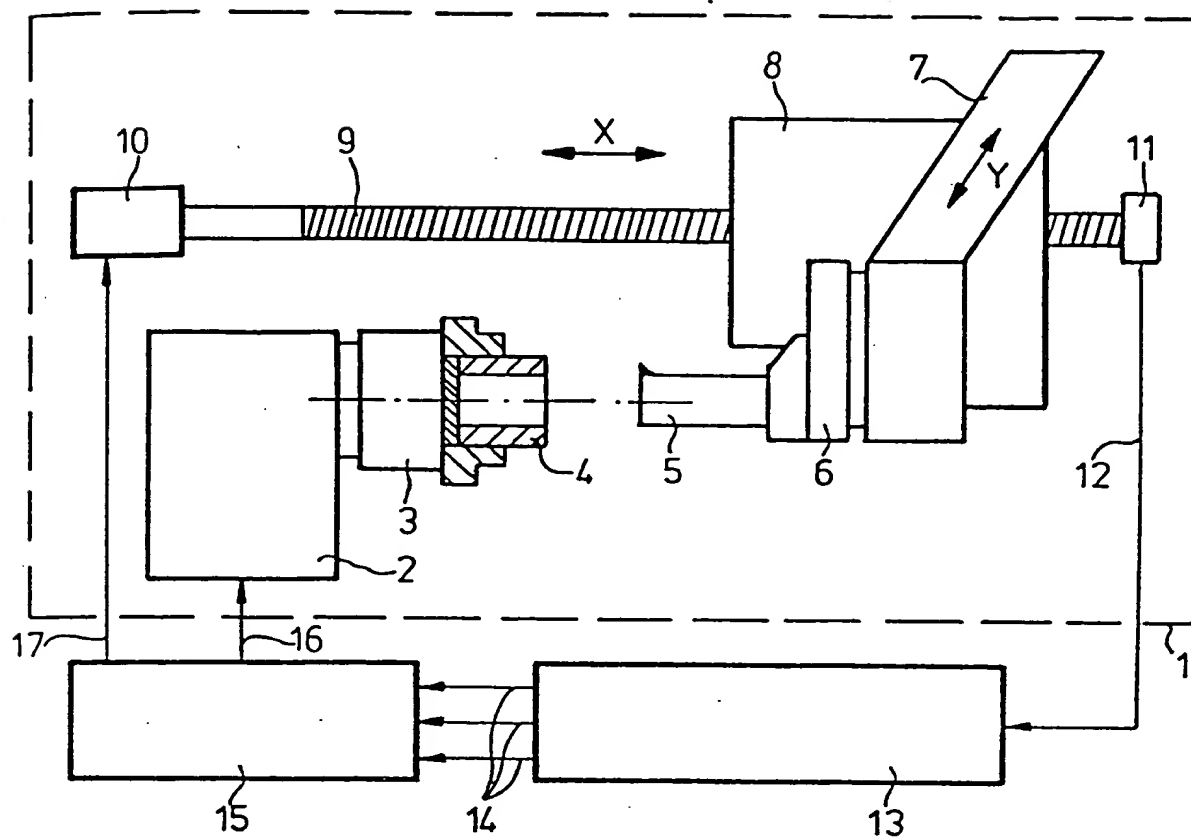
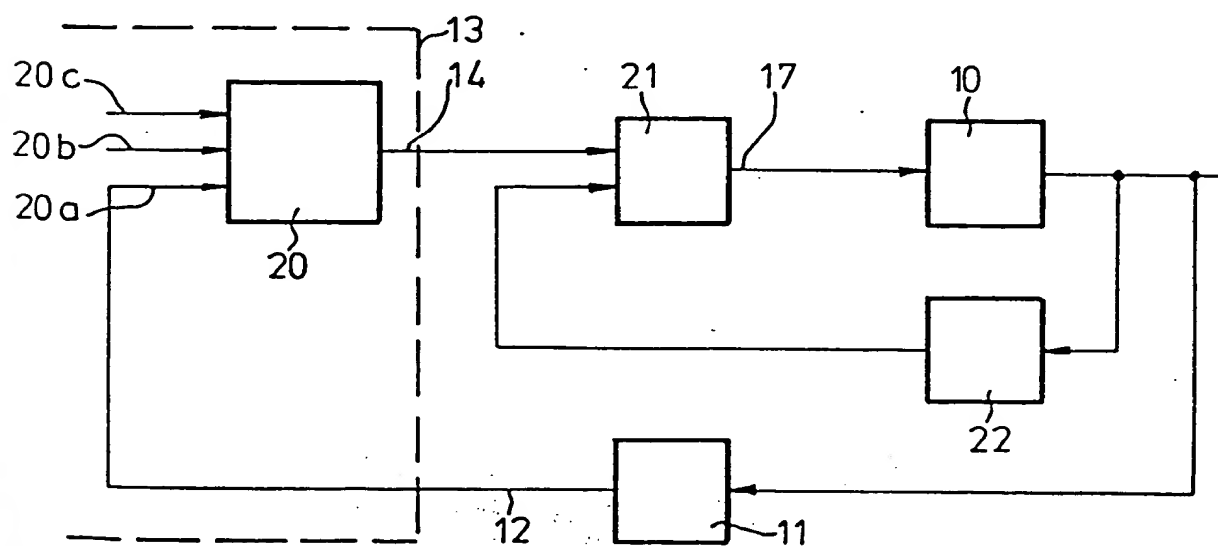


FIG. 2



This Page Blank (uspto)